

特集：明日の社会を切り開く土木技術研究

河川・海岸管理の高度化・効率化に資する技術

大平一典*

1. はじめに

現在、河川・海岸事業の技術開発をとりまく状況は大きく変わりつつある。その一つの要因は、河川・海岸事業が管理の時代に入りつつあり、今までに蓄積したデータを管理に活用していかなければならない状況にあるという点であり、もう一点はデータベースやWebサービス等のIT技術の発展により、それらのデータを実際に活用できる環境が整いつつあるという点である。国土技術政策総合研究所河川研究部としても、このような動向に対応するため「水・物質循環解析ソフトウェア共通基盤」、「水中・土中構造物変状検知センサー」及び「GISを活用した堤防管理システム」等の技術開発を行っているところであり、以下にこれらの技術を紹介する。

2. 水・物質循環解析ソフトウェア共通基盤

これまで、わが国では数多くの水理・水文解析プログラムが開発されてきたが、これらのプログラムは開発者ごとに個別に開発され、データの入力フォーマット等が異なり、データを再利用することや互いに連携して計算することは事実上不可能であった。また、操作性やデータベースとの連携性においても十分な進化を遂げておらず、解析手法の透明性においても課題を残している。これらの問題を解決するため、河川研究部では、複数の水理・水文解析プログラムを同時に連携して稼働させることのできるソフトウェアの共通基盤「水・物質循環解析ソフトウェア共通基盤（以下、「共通基盤」という）」を開発するプロジェクトを実施している。

「共通基盤」の大きな特徴の一つは、モジュール化された流域の要素モデル（降雨の河道への流出現象を再現するモデル、河道内の流水の挙動を再現するモデル、氾濫流の挙動を再現するモデル等）を自由に交換することが可能であるというこ

とである。ユーザーの立場からは、様々なモデルを比較しながら自由に組み合わせて使うことができるというメリットがあると同時に、水理・水文モデルの研究者にとっては、「共通基盤」の仕様に従えば、「共通基盤」が提供する様々な機能（解析結果の表示、他の要素モデルへのデータの受け渡し、河道や地形データのインプットの省力化等）を享受することができ、計算アルゴリズムの実装のみに専念できるというメリットがある（図-1）。「共通基盤」はこれらの機能を提供することにより、水理・水文モデル開発のレベルアップを図ることを目指している。

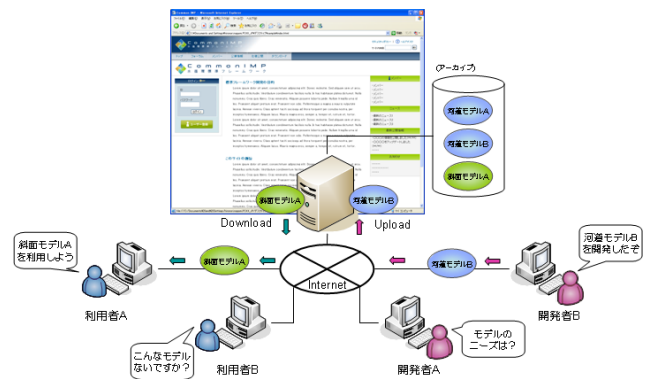


図-1 「共通基盤」の機能（イメージ）

「共通基盤」のもう一つの大きな特徴は、優れたユーザー・インターフェース（UI）を備えるという点である（図-2）。「共通基盤」では、マウス操作による要素モデルの入れ替えや流域モデルの構築、河道断面の修正等の操作ができるとともに、解析結果のグラフィカルな表示が可能となる。また、水理・水文計算を行う上で最も労力を要する作業である河道断面等の境界条件の入力を外部データベースよりデータを取得することにより省力化する機能も提供することとしている。「共通基盤」は、このようにユーザー・フレンドリーな操作環境を提供することで、河川技術者が自ら河道計画等の検討を行い、データを管理するようになり、河川管理者の技術力向上や水理・水文データ等の質の向上を図ることを目指している。

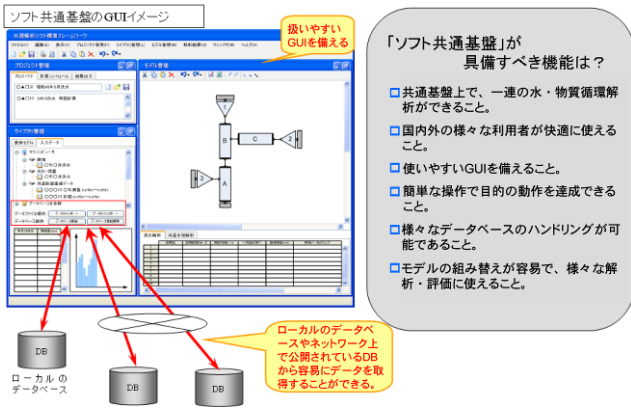


図-2 「共通基盤」のUI (イメージ)

さらなる特徴は、「共通基盤」の開発・運営方法にある。「共通基盤」の開発・運営は国土技術政策総合研究所だけでなく、学会やユーザー等とともに行う仕組みを構築するというものである。ソースコードの分散開発やプログラム・ドキュメントの共同作成、プロジェクト（タスク）管理、分野ごとのコミュニティの創設等をWeb上で行うこととしている。これにより、「共通基盤」による解析手法の透明性を確保するとともに、常に「新しい」ものを提供しつづけることを目指している。

「共通基盤」の構想は、冒頭で記したような背景があり、長年にわたって検討されてきたところであるが、開発プロジェクト自体は平成19年4月に始まったばかりである。同年9月に「共通基盤」のWebサイト²⁾を開設し、コミュニティの創設や分散開発等の仕組みを整えつつある。今後3年間程度で、「共通基盤」のVersion 1.0を完成させるとともに、代表的な要素モデルを用意することとしている。詳細については、「共通基盤」のWebサイトを参照されたい。

3. 水中・土中構造物変状検知センサー

今後、河川事業においては新規投資に比べ維持管理の比重が増えていくことが予想されているが、堤防等河川構造物の安全・安心への要望は強く、これらの要望に対して限られた人員と予算で維持管理を行い、応えていかなければならない。護岸や根固め工といった河川構造物は、通常目視により点検が行われているが、水中あるいは土中に没しているこれらの構造物の変状を発見することは困難であり、これらの河川構造物の変状検知技術

の開発が望まれている。

このような背景を踏まえ、河川研究部では、「微弱電波によるアドホック通信システム」の原理を用いた河川構造物の変状検知センサーを開発している。電波の減衰の激しい水中あるいは土中では、微弱電波による遠距離通信は不可能である。そこで、本原理では微弱電波の到達圏内にセンサー機能をもつ中継局を複数設けることにより、地上基地局まで通信できるようにしている（図-3 (A)）。本原理では、通信不能になった場合、流出または何らかの変状が発生したと判断する仕組み（図-3 (B)）をもち、各センサー（中継局）に付した認識番号により、どのセンサーが変状を受けたか確認できるようになっている。中継局が流出してしまった場合においても、自動的に通信圏内にある別の中継局を選択して通信経路を確保し、リダンダンシーの高い通信を可能としている（アドホック通信機能：図-3 (C)）。無線を使うことにより有線タイプのセンサーよりも設置コストが抑えられ、多数センサーを配置することにより、面的な変状を把握することができる。センサー（中継局）に加速度計や流速計等の機能を付加すれば、さらなる高度な管理や河道水理の解析にも利用でき、拡張性の高い技術でもあるということもできる。

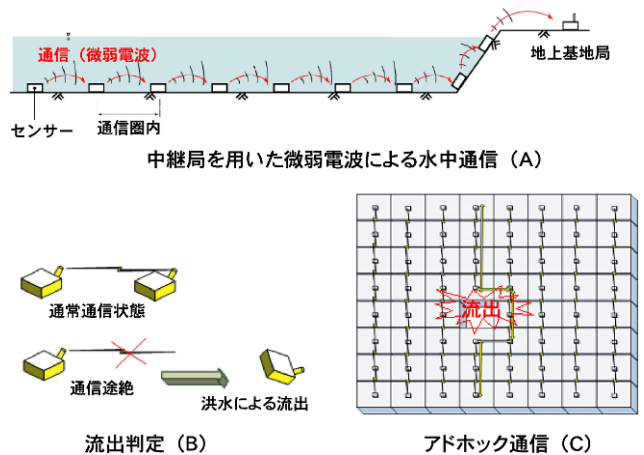


図-3 変状検知センサーの原理

現在は、那珂川支川涸沼川に試験用のセンサーを設置して洪水時の変状検知性能の現地試験を行っているところであり（写真-1）、今後は現地試験の結果を踏まえ、当センサー技術の満たすべき仕様を明らかにすることにより、当技術の普及を図ることとしている。当技術が導入され、堤

防護岸等の要注意箇所に設置されると、平水時及び出水時に河川事務所等からそれらの河川構造物の変状を把握できるようになり、管理水準の向上や管理の省力化に寄与できると考えられる（図-4）。



写真-1 変状検知センサーの現地試験

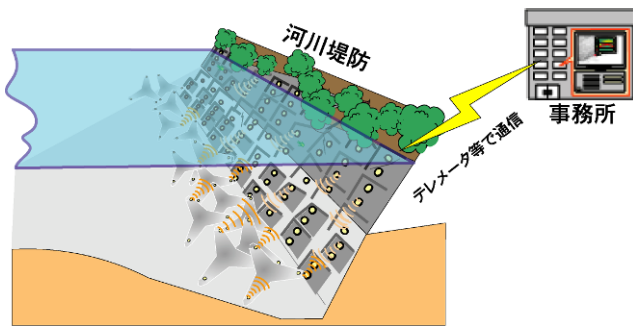


図-4 変状検知センサーの活用イメージ

3. GISを活用した堤防管理システム

ハリケーン・カトリーナによる米国ニューオーリンズにおける高潮被害は、堤防の防護性能評価がなされていなかったこと、一度（ひとたび）破堤すると大きな被害になるということが情報共有がなされていなかったことが発端であるといっても過言ではない。翻って、我が国の堤防も、これまで外力に関わらない仕様規定により設計されてきたことから計画高潮や、想定津波の来襲時に安定であるか否か、破壊されるとすればどのような形態になるのか、これまで十分検討されてこなかった。また、堤防は老朽化や沈下など、耐力が設計時の条件から変化するため、現況に合わせて堤防の耐力評価を行う必要がある。

そこで、河川研究部では現況の堤防高さ及び施設位置、構造データを一元的に管理し、現況の堤防が、計画する潮位や波力に対し安全か否かを評

価し、それらの情報を関係機関で共有するため、GIS（地理情報システム）を活用した堤防管理システムを構築中である。当システムは、前述の機能に加え、施設の現況写真や標準断面といった項目を確認することができようになるとともに、施設の種類や管理者、現況高さといった分類からの検索機能を持ち、視覚的な情報の提供を可能とする予定である（図-5）。



図-5 GISを活用した堤防管理システム

4. まとめ

以上紹介したとおり国土技術政策総合研究所河川研究部では最新の技術を取り入れ、時代のニーズに即した研究やツールの開発を行っているところである。今後、これらの技術が河川・海岸管理の高度化・効率化に資することを期待する。

参考文献

- 1) 藤田光一、小路剛志、吉谷純一：水理・水文・水質シミュレーションモデル・ソフトウェアの開発戦略に関する調査報告書、国土技術政策総合研究所資料、2007
- 2) 水・物質循環解析ソフトウェア共通基盤HP
<http://framework.nilim.go.jp>

大平一典*



国土交通省国土技術政策総合研究所
河川研究部長
Kazunori ODAIRA